

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-23171

(P2000-23171A)

(43) 公開日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

H 0 4 N 9/07

F 1

H 0 4 N 9/07

マーク(参考)

A 5 C 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-184675

(22) 出願日 平成10年6月30日 (1998.6.30)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 歌川 健
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

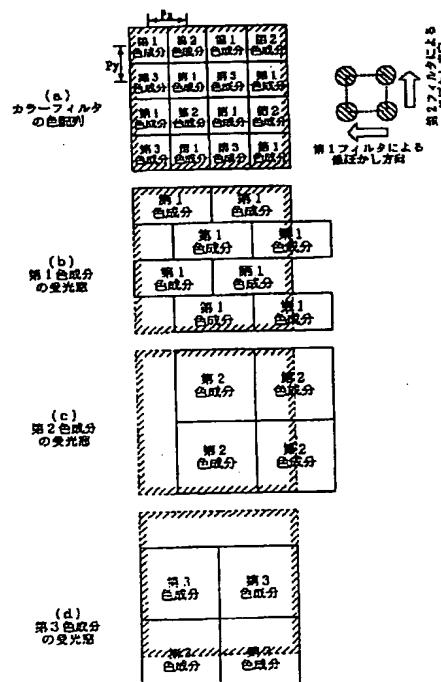
(74) 代理人 100072718
弁理士 古谷 史旺 (外1名)
F ターム(参考) 5C065 AA01 BB13 CC01 DD01 DD17
EE05 EE06 EE14

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、撮像装置に関して、撮像装置の解像度向上および偽色低減のバランスをとることを目的とする。

【解決手段】 第1方向に光像をぼかす第1フィルタと、第2方向(第1方向と平行な場合も含む)に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、カラーフィルタの色配列は、第1色成分が一番高密度に配置され、他の色成分が残りの位置に配置されてなる色配列であり、第2フィルタにおける第1色成分のぼかし量は、他の色成分のぼかし量に比べて小さいか、もしくは実効上ゼロであることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1方向に光像をぼかす第1フィルタと、第2方向（前記第1方向と平行な場合も含む）に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、
前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、
前記カラーフィルタの色配列は、第1色成分が一番高密度に配置され、その他の色成分が残りの位置に配置されてなる色配列であり、

前記第2フィルタにおける前記第1色成分のぼかし量は、前記その他の色成分のぼかし量に比べて小さいか、もしくは実効上ゼロであることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 水平方向に光像をぼかす第1フィルタと、垂直方向に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、
前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、

前記カラーフィルタの色配列は、第1色成分を市松模様に配置し、第2色成分および第3色成分を残りの位置に配置してなるペイヤー配列であり、

前記色配列の水平ピッチをP_xとし、垂直ピッチをP_yとしたとき、

前記第1フィルタは、

光像の第1～第3色成分を、前記水平ピッチP_xと略等しい距離だけ水平方向にぼかし、

前記第2フィルタは、

光像の第2色成分および第3色成分を波長選択して、前記垂直ピッチP_yと略等しい距離だけ垂直方向にぼかすことを特徴とする撮像装置。

【請求項3】 水平方向に光像をぼかす第1フィルタと、水平もしくは垂直方向に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、
前記光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、
前記カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、

前記カラーフィルタは、

一番密度が高い第1色成分とその他の色成分との色配列により構成され、さらに色配列の水平ピッチをP_xとし、垂直ピッチをP_yとしたとき、P_yはP_xの略2倍に設定されてなり、
前記第1フィルタは、
光像を、前記水平ピッチP_xと略等しい距離だけ水平方向にぼかし、
前記第2フィルタは、

光像における前記その他の色成分を波長選択して、前記垂直ピッチP_yと略等しい距離だけ、水平もしくは垂直の方向にぼかすことを特徴とする撮像装置。

【請求項4】 請求項3に記載の撮像装置において、

前記カラーフィルタの色配列は、
前記その他の色成分に関して、同色間のピッチが水平方向と垂直方向とで相異なっており、
前記第2フィルタは、
光像の前記その他の色成分を、前記同色間のピッチの大きい方向にぼかすフィルタであることを特徴とする撮像装置。

【請求項5】 請求項3または請求項4に記載の撮像装置において、

前記撮像手段は、
受光面上に画素ピッチP_xで受光素子が2次元配列されており、前記色配列の1区画分の透過光を、前記受光素子2つ分で受光することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光像を撮像する撮像装置に関する。特に、本発明は、撮像手段の画素配列、カラーフィルタの色配列および光学ローパスフィルタの特性を最適に組み合わせる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 図16(a)は、従来の単板式撮像装置を示す構成図である。図16(a)において、撮影光学系81の像空間側に、光学ローパスフィルタ82が配置される。この光学ローパスフィルタ82は、光を複屈折する第1フィルタ83と、偏光面を攪乱する1/4波長板84と、光を複屈折する第2フィルタ85との貼り合わせにより構成される。

【0003】 この光学ローパスフィルタ82の後方に、カラーフィルタ87を介して、撮像素子86が配置される。このカラーフィルタ87は、撮像素子86の画素位置に合わせて、水平ピッチP_xおよび垂直ピッチP_yに区分され、RGB3色に色分けされる。図16(b)は、カラーフィルタ87の色配列を示す図である。ここでの色配列は、G成分を市松模様に配し、残りにR成分およびB成分を配した色配列（いわゆる「ペイヤー配列」）である。図16(c)は、上述した光学ローパスフィルタ82による「点像のぼかし像」を示す図である。本図に示すようなぼかし像は、次の(1)～(3)の光学作用により実現する。

【0004】 (1) 第2フィルタ85は、光像を正常光線と異常光線とに複屈折し、互いの結像位置を垂直ピッチP_yと略等しい距離Δyだけ垂直方向にずらす。

【0005】 (2) 1/4波長板84は、第2フィルタ85で二分された直線偏光を円偏光などに変換し、偏光面を攪乱する。

【0006】 (3) 第1フィルタ83は、1/4波長板

84を通過した光像を正常光線と異常光線とに再び複屈折し、結像位置を水平ピッチ P_x と略等しい距離 Δx だけ水平方向にずらす。このような光学ローパスフィルタ82の光学作用により、図17(a)に示す色配列の1区画には、4区画分の光が混ざって入射する。その結果、色配列の1区画分における実質的な受光範囲(以下、この実質的な受光範囲を「受光窓」という)は、縦横2倍程度に拡大される。

【0007】図17(b)～(d)は、このような受光窓の様子を、RGB成分ごとに示した図である。図に示されるように、各色成分ごとの受光窓の配列は、縦横2倍程度に広がって、受光面全体を隙間無く埋め尽くす。撮像素子86は、これらの受光窓の各領域ごとに平滑化された画素出力を生成する。そのため、光像の高域成分は確実に抑圧され、画像出力における偽色やモアレの発生を効果的に抑制することが可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような従来例では、図17(b)に示すように、G成分の受光窓が重なり合って形成される。そのため、G成分については、空間周波数の高域抑圧が過度に働き、解像度の著しい低下を招くという問題点があった。そこで、請求項1～5に記載の発明では、偽色やモアレを十分に抑制しつつ、かつ解像度を極力損なわない撮像装置を提供することを目的とする。

【0009】また、請求項2に記載の発明では、特に原色などのベイヤー配列において、偽色の抑制と解像度の向上とをバランス良く両立させた撮像装置を提供することを目的とする。さらに、請求項3に記載の発明では、一番密度が高い第1色成分について受光窓をほぼ正方形状とすることが可能な撮像装置を提供することを目的とする。

【0010】請求項4に記載の発明では、請求項3の目的に加えて、他の色成分について偽色やモアレを確実に抑制することが可能な撮像装置を提供することを目的とする。請求項5に記載の発明では、請求項3の目的に加えて、正方画素の撮像素子が使用可能な撮像装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】(請求項1)請求項1に記載の発明は、第1方向に光像をぼかす第1フィルタと、第2方向(第1方向と平行な場合も含む)に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、カラーフィルタの色配列は、第1色成分が一番高密度に配置され、他の色成分が残りの位置に配置されてなる色配列であり、第2フィルタにおける第1色成分のぼかし量は、他の色成分のぼかし量

に比べて小さいか、もしくは実効上ゼロであることを特徴とする。

【0012】このような構成では、光学ローパスフィルタが、その他の色成分を第1方向および第2方向にぼかす。そのため、光像のその他の色成分については、偽色やモアレの発生を十分に抑制することが可能となる。一方、第2フィルタは、「第1色成分のぼかし量が、他の色成分のぼかし量よりも小さいか実効上ゼロである」という波長選択性を有する。そのため、第1色成分については、第2方向のぼかし量が小さく、第2方向における空間周波数の抑制効果が小さい。その結果、第1色成分については、第2方向の解像度を高めることが可能となる。

【0013】なお、第1色成分は、カラーフィルタ上で一番高密度に配置される。そのため、撮像手段における第1色成分の標本間隔は最も細かく、この第1色成分の標本化信号に混入する折り返し雑音は、他の色成分の場合に比べてより高域側へシフトする。したがって、第1色成分については、第2方向のぼかし量を低減しても偽色やモアレの発生するおそれは少ない。以上の理由から、請求項1に記載の発明では、偽色やモアレを十分に抑制しつつ、かつ第1色成分の解像度を極力損なうことがなくなる。

【0014】(請求項2)請求項2に記載の発明は、水平方向に光像をぼかす第1フィルタと、垂直方向に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、カラーフィルタの色配列は、第1色成分を市松模様に配置し、第2色成分および第3色成分を残りの位置に配置してなるベイヤー配列であり、色配列の水平ピッチを P_x とし、垂直ピッチを P_y としたとき、第1フィルタは、光像の第1～第3色成分を、水平ピッチ P_x と略等しい距離だけ水平方向にぼかし、第2フィルタは、光像の第2色成分および第3色成分を波長選択して、垂直ピッチ P_y と略等しい距離だけ垂直方向にぼかすことを特徴とする。

【0015】このような構成では、第1色成分は、第2フィルタにおいて波長選択されない。そのため、第1色成分は、主として、水平方向に P_x と略等しい距離だけぼかされる。このような水平方向のぼかし効果により、第1色成分の受光窓は、水平方向に倍程度引き延ばされる。ところで、図1(a)に示すように、ベイヤー配列では、第1色成分が水平1区画おきに配置される。したがって、第1色成分の受光窓が水平方向に略2倍引き延ばされることにより、図1(b)に示すように、受光面全体を第1色成分の受光窓でほぼ重なりなく埋めることが可能となる。

【0016】このように第1色成分の受光窓がほぼ重な

らずに形成されることにより、第1色成分の解像度を必要以上に損なうことがなくなる。その上、受光窓はほぼ隙間無く配置されるため、第1色成分に生じる偽色やモアレを十分に抑制することも可能となる。一方、第2色成分および第3色成分は、第1フィルタと第2フィルタによって水平垂直にぼかされる。このようなぼかし効果により、第2色成分および第3色成分の受光窓は、水平垂直に約2倍ずつ（面積比では約4倍）引き延ばされる。

【0017】ところで、図1（a）に示すように、ベイヤー配列では、第2色成分が、水平1区画おき、かつ垂直1区画おきに配置される。したがって、第2色成分の受光窓が水平垂直に約2倍ずつ広がることにより、図1（c）に示すように、受光面全体を第2色成分の受光窓でほぼ重なりなく埋め尽くすことが可能となる。また同様にして、第3色成分の受光窓についても、図1（d）に示すように、受光面全体がほぼ重なりなく埋め尽くされる。

【0018】このような受光窓の配列により、第2色成分および第3色成分についても、解像度を必要以上に損なうことがなく、かつ偽色やモアレの発生を十分に抑制することが可能となる。以上説明したように、請求項2に記載の発明では、ベイヤー配列における3種類の色成分すべてについて、偽色やモアレの抑制効果と解像度の向上効果を最大限に両立させた、良質な画像信号を得ることが可能となる。

【0019】（請求項3）請求項3に記載の発明は、水平方向に光像をぼかす第1フィルタと、水平もしくは垂直方向に光像をぼかす第2フィルタとを有する光学ローパスフィルタと、光学ローパスフィルタを通過した光像を、複数色の色配列を介して色分けするカラーフィルタと、カラーフィルタを通過した光像を撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、カラーフィルタは、一番密度が高い第1色成分とその他の色成分との色配列により構成され、さらに色配列の水平ピッチ P_x は垂直ピッチ P_y の約2倍に設定されており、第1フィルタは、光像を、水平ピッチ P_x と略等しい距離だけ水平方向にぼかし、第2フィルタは、光像におけるその他の色成分を波長選択して、垂直ピッチ P_y と略等しい距離だけ、水平もしくは垂直の方向にぼかすことを特徴とする。

【0020】このような構成では、図2（a）に示すように、色配列の水平ピッチ P_x が、垂直ピッチ P_y の略半分に設定される。そのため、第1フィルタにより第1の色成分を水平方向に P_x と略等しい距離だけぼかすことにより、図2（b）に示すように、第1色成分の受光窓はほぼ正方形となる。したがって、第1色成分については、アスペクト変換などの複雑な計算処理を経ることなく、画素アスペクト比1:1の信号を容易に得ることが可能となる。

【0021】（請求項4）請求項4に記載の発明は、請

求項3に記載の撮像装置において、カラーフィルタの色配列は、その他の色成分に関して、同色間のピッチが水平方向と垂直方向とで相異なっており、第2フィルタは、光像のその他の色成分を、同色間のピッチの大きい方向にぼかすフィルタであることを特徴とする。このような構成では、第2フィルタにより、その他の色成分が、同色間のピッチの大きい方向にぼかされる。そのため、図2（c）および図2（d）に示されるように、その他の色成分の受光窓が同色間で重なることがなく、その他の色成分の解像度を必要以上に損なうことがない。

【0022】（請求項5）請求項5に記載の発明は、請求項3または請求項4に記載の撮像装置において、撮像手段は、受光面上に画素ピッチ P_x で受光素子が2次元配列されており、色配列の1区画分の透過光を、受光素子2つで受光することを特徴とする。このような構成により、正方画素で構成された一般的な撮像素子を使用して、請求項3、4に記載の撮像装置を容易に実現することが可能となる。

【0023】なお、上述した各請求項では、「 P —と略等しい距離だけぼかす」という平易な表現を使用している（「—」には、 x もしくは y が入る）。これを詳しく言えば、元の光像に対してほぼ P —ずらした光像を重ねる程度の空間周波数特性を有するという意味である。一般に、複屈折を使用した光学ローパスフィルタの場合は、単純に光像をずらして重ねるので、上記の意味にそのまま当てはめればよい。

【0024】一方、位相格子などを使用した光学ローパスフィルタの場合は、高次の成分や光のじみ（いわゆるハロー）などが生じるため、単純に2つの光像を重ねているとは言えない。しかしながら、このような場合も、空間周波数特性のゼロ点を $[1/(2P)]$ 近傍に配したり、またはローパス特性の肩部分を同じにするなどのフィルタ設計を行うことにより、「元の光像に対してほぼ P —ずらした光像を重ねる程度の空間周波数特性」を実現することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。

【0026】（第1の実施形態）第1の実施形態は、請求項1、2に記載の発明に対応する実施形態である。図3（a）は、第1の実施形態の構成を示す図である。図3（a）において、撮影光学系11の像空間側に、光学ローパスフィルタ12が配置される。この光学ローパスフィルタ12は、光を複屈折する第1フィルタ13と、偏光面を攪乱する1/4波長板14と、波長選択性を有する第2フィルタ15との貼り合わせにより構成される。

【0027】この光学ローパスフィルタ12の後方は、カラーフィルタ17を介して、撮像素子16が配置される。このカラーフィルタ17は、撮像素子16の画

素位置に合わせて、水平ピッチ P_x および垂直ピッチ P_y に区分され、RGB 3色に色分けされる。図3 (b) は、この色配列の様子を示す図である。ここでの色配列は、G成分を市松模様に配し、残りにR成分およびB成分を配した色配列（いわゆる「ベイヤー配列」）である。図3 (c) は、上述した光学ローパスフィルタ22による「点像のぼかし像」を示す図である。本図に示すようなぼかし状態は、次の(1)～(3)の光学作用により実現する。

【0028】(1) 第2フィルタ15は、RB成分を波長選択して、RB成分の結像位置を垂直ピッチ P_y と等しい距離 Δy だけ垂直にぼかす。一方、G成分は、第2フィルタ15をほぼそのまま通過する。このような特性のフィルタとしては、例えば、特開平5-66370号公報に記載される波長選択性位相格子を使用することができる。

【0029】(2) $1/4$ 波長板14は、第2フィルタ15の回折作用や屈折作用などにより生じる可能性がある直線偏光成分の偏光面を攪乱する。なお、第2フィルタ15において直線偏光成分がさほど生じなければ、 $1/4$ 波長板14を省いてもよい。

【0030】(3) 第1フィルタ13は、 $1/4$ 波長板14を通過したRGB成分を正常光線と異常光線とに分け、互いの結像位置を水平ピッチ P_x と等しい距離 Δx だけ水平方向にずらす。以上のようなぼかし効果により、図4 (a) に示すG成分の1区画には、2区画分の光が混ざって入射する。また、RB成分の1区画には、4区画分の光が混ざって入射する。

【0031】その結果、RGB成分の各受光窓は、図4 (b)～(d) に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、RGB成分それぞれの受光窓に無用な重なりを生じることが一切なく、3種類の色成分全ての解像度を極力高めることができる。また、このときRGB成分それぞれの受光窓に隙間がほとんど生じないので、3種類の色成分全てについて偽色やモアレを十分に抑制することもできる。

【0032】特に、従来例（図17）と比較した場合、第1の実施形態ではG成分の受光窓に重なりが一切生じない。したがって、実質的な解像度に最も寄与するG成分の解像度を一段と高めることにより、特に良質な画像信号を生成することが可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0033】(第2の実施形態) 第2の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図5 (a) は、第2の実施形態の構成を示す図である。図5 (a)において、撮影光学系11の像空間側に、光学ローパスフィルタ22が配置される。この光学ローパスフィルタ22は、光を複屈折する第1フィルタ23と、偏光面を攪乱する $1/4$ 波長板24と、波長選択性を有する第2フィルタ25との貼り合わせにより構成され

る。

【0034】この光学ローパスフィルタ22の後方にカラーフィルタ27を介して、正方画素の撮像素子26が配置される。この撮像素子26から出力される画素出力は、走査中や走査完了後に垂直2画素分ずつ加算されることにより、アスペクト比2の画素出力に変換される。カラーフィルタ27の面は、この垂直2画素分に位置を合わせて、水平ピッチ P_x および垂直ピッチ P_y ($= 2P_x$) に区分され、それぞれRGB 3色に色分けされる。

【0035】図5 (b) は、この色配列の様子を示す図である。カラーフィルタ27の奇数行は「GRGR・・」に色分けされ、偶数行は「GBCB・・」に色分けされる。図5 (c) は、上述した光学ローパスフィルタ22による「点像のぼかし像」を示す図である。本図に示すようなぼかし状態は、次の(1)～(3)の光学作用により実現する。

【0036】(1) 第2フィルタ25は、RB成分を波長選択して、RB成分の結像位置を垂直ピッチ P_y と等しい距離 Δy だけ垂直にぼかす。一方、G成分は、第2フィルタ25をほぼそのまま通過する。このような特性のフィルタとしては、例えば、特開平5-66370号公報に記載される波長選択性位相格子を使用することができる。

【0037】(2) $1/4$ 波長板24は、第2フィルタ25の回折作用や屈折作用などにより生じる可能性がある直線偏光成分の偏光面を攪乱する。なお、第2フィルタ25において直線偏光成分がさほど生じなければ、 $1/4$ 波長板24を省いてもよい。

【0038】(3) 第1フィルタ23は、 $1/4$ 波長板24を通過したRGB成分を正常光線と異常光線とに分け、互いの結像位置を水平ピッチ P_x と等しい距離 Δx だけ水平にずらす。以上のようなぼかし効果により、図6 (a) に示すG成分の1区画には、2区画分の光が混ざって入射する。また、RB成分の1区画には、4区画分の光が混ざって入射する。

【0039】その結果、RGB成分の各受光窓は、図6 (b)～(d) に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、RGB成分それぞれの受光窓に無用な重なりが生じることが一切なく、3種類の色成分全ての解像度を最大限に高めることができるとなる。また、このときRGB成分それぞれの受光窓に隙間が全く生じないので、3種類の色成分全てについて偽色やモアレを十分に抑制することもできる。

【0040】またこのとき、G成分の受光窓の形状は、図6 (b) に示すように正方形となる。したがって、G成分の画像信号については、アスペクト変換などの複雑な処理を経ることなく、正方画素の画像信号を直に生成することができる。したがって、正方画素の画像を扱うことの多いコンピュータ関連分野において、特に好

適な撮像装置を実現することができる。

【0041】さらに、第2フィルタ25のぼかし方向は、「RB成分に関して同色間のピッチが一段と広い垂直方向」に設定される。したがって、RB成分の受光窓に重なりは生じず、RB成分の解像度を必要以上に損なうことがない。また、カラーフィルタ27の1区画分を透過した光を、受光素子28の2つ分で受光するので、一般的な正方画素の撮像素子26を使用することも可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0042】(第3の実施形態) 第3の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図7は、第3の実施形態を説明するための図である。第3の実施形態における構成上の特徴点は、カラーフィルタの奇数行が「G R C B …」に色分けされ、偶数行は「G B G R …」に色分けされている点である。なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。

【0043】このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図7に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第3の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。また、第3の実施形態に特有な効果としては、RB成分の受光窓が半位相ずつずれながら斜めに並ぶ点である。このような受光窓の配列により、RB成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0044】(第4の実施形態) 第4の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図8は、第4の実施形態を説明するための図である。第4の実施形態における構成上の特徴点は、カラーフィルタの奇数行が「G R G R …」に色分けされ、偶数行は「B G B G …」に色分けされている点である。なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。

【0045】このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図8に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第4の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。また、第4の実施形態に特有な効果としては、G成分の受光窓が斜め格子に並ぶ点である。このような受光窓の配列により、G成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。

【0046】(第5の実施形態) 第5の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図9は、第5の実施形態を説明するための図である。第5の実施形態における構成上の特徴点は、次の2点である。

【0047】(1) カラーフィルタの水平行が「G R G B …」でストライプ状に色分けされる。

【0048】(2) 第2フィルタのぼかし方向が、RB

成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図9に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第5の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0049】特に、第5の実施形態に特有な効果としては、RB成分の受光窓の垂直位相と、G成分の受光窓の垂直位相とが一致している点である。このように相互の垂直位相が予め一致しているので、RGB成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0050】(第6の実施形態) 第6の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図10は、第6の実施形態を説明するための図である。第6の実施形態における構成上の特徴点は、次の2点である。

【0051】(1) カラーフィルタの奇数行が「G R G B …」に色分けされ、偶数行が「G B G R …」に色分けされる。

【0052】(2) 第2フィルタのぼかし方向が、RB成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図10に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第6の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0053】また、第6の実施形態に特有な効果としては、RB成分の受光窓が半位相ずつずれながら斜めに並ぶ点である。このような受光窓の配列により、RB成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。さらに、第6の実施形態では、RB成分の受光窓の垂直位相と、G成分の受光窓の垂直位相とが一致する。このように相互の垂直位相が予め一致するので、RGB成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0054】(第7の実施形態) 第7の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図11は、第7の実施形態を説明するための図である。第7の実施形態における構成上の特徴点は、次の2点である。

【0055】(1) カラーフィルタの奇数行が「G R G B …」に色分けされ、偶数行が「R G B G …」に色分けされる。

【0056】(2) 第2フィルタのぼかし方向が、RB成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。このような構成で

は、RGB成分の各受光窓が、図11に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第7の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0057】その上、第7の実施形態では、C成分の受光窓が斜め格子に並ぶ。また、RB成分の受光窓が1／4位相ずつずれながら斜めに並ぶ。このような受光窓の配列により、RGB成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。さらに、第7の実施形態では、RB成分の受光窓の垂直位相と、G成分の受光窓の垂直位相とが一致する。このように相互の垂直位相が予め一致するので、RGB成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0058】(第8の実施形態) 第8の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図12は、第8の実施形態を説明するための図である。第8の実施形態における構成上の特徴点は、カラーフィルタの奇数列と偶数列において、色配列が垂直方向に半位相ずつずれる点である。

【0059】撮像素子側では、この色配列の位相ずらしに合わせて、受光素子28のブロックを、図13(b)に示すように設定する。このような受光素子28のブロック単位で画素出力を加算することにより、正方画素の撮像素子を使用しながら図13(a)に示すような色配列の画素出力を生成することが可能となる。なお、ここでの加算動作は、画素出力の垂直転送動作を奇数列と偶数列とで独立して行いつつ実行してもよいし、撮像素子の外部で画像処理を行う際に実行してもよい。

【0060】なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここでの構成説明を省略する。このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図12に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第8の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0061】その上、第8の実施形態では、RB成分の受光窓1つの垂直位相が、G成分の受光窓2つの垂直位相と一致する。このように相互の垂直位相が予め一致しているので、RGB成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0062】(第9の実施形態) 第9の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図14は、第9の実施形態を説明するための図である。第9の実施形態における構成上の特徴点は、次の2点である。

【0063】(1) カラーフィルタの奇数列と偶数列において、色配列が垂直方向に半位相ずつずれる。

【0064】(2) RB成分とB成分が、偶数列上におい

て市松模様に配置される。なお、その他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここで構成説明を省略する。このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図14に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第9の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0065】その上、第9の実施形態では、RB成分の受光窓1つの垂直位相が、G成分の受光窓2つの垂直位相と一致する。このように相互の垂直位相が予め一致しているので、RGB成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。また、第9の実施形態では、RB成分の受光窓が半位相ずつずれながら斜めに並ぶ。このような受光窓の配列により、RB成分の実質的な解像度を高めることも可能となる。次に、別の実施形態について説明する。

【0066】(第10の実施形態) 第10の実施形態は、請求項3～5に記載の発明に対応する実施形態である。図15は、第10の実施形態を説明するための図である。第10の実施形態における構成上の特徴点は、次の2点である。

【0067】(1) カラーフィルタの奇数列と偶数列において、色配列が垂直方向に半位相ずつずれる。

【0068】(2) RB成分とB成分が、偶数列上において縦ストライプに配置される。

【0069】(3) 第2フィルタのぼかし方向が、RB成分の同色ピッチが広い水平方向に設定される。なお、他の構成については、第2の実施形態と同一であるため、ここで構成説明を省略する。このような構成では、RGB成分の各受光窓が、図15に示すように拡大され、それぞれに受光面全体を隙間無く埋め尽くす。したがって、第10の実施形態においても、第2の実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。その上、第10の実施形態では、RB成分の受光窓1つの水平位相が、G成分の受光窓2つの水平位相と一致する。このように相互の水平位相が予め一致しているので、RGB成分を同位相で全て揃えた画像信号を容易に生成することが可能となる。

【0070】(実施形態のバリエーションなど) なお、上述した各実施形態では、光像をぼかす距離をPx, Pyに一致させており、受光窓に隙間や重なりが一切生じず、撮像装置の解像度と受光窓の開口率とを最大限に得ることが可能となる。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。一般的には、光像をぼかす距離をPx, Pyに略等しくすることによって、本発明の効果を得ることが可能となる。例えば、光像を水平方向にぼかす距離Δxと、垂直方向にぼかす距離Δyを

$$(0.6Px) \leq \Delta x \leq (1.5Px)$$

$$(0.6Py) \leq \Delta y \leq (1.5Py)$$

の範囲内で設定しても、偽色やモアレを若干なりとも抑

制することが可能となる。

【0071】また、上述した各実施形態では、第1フィルタとして、光の複屈折するフィルタを使用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。一般的には、光像を所定距離だけぼかす光学素子であれば光学ローパスフィルタとして使用することができる。例えば、位相格子を使用した光学ローパスフィルタを使用してもよい。

【0072】さらに、上述した各実施形態では、第2フィルタとして、波長選択性位相格子を使用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。一般的には、波長によってぼかし量が変化する光学素子であれば、第2フィルタとして使用することができる。また、上述した各実施形態では、光路に沿って「第2フィルタ→第1フィルタ」の順番で貼り合わせているが、これに限定されるものではない。この順番が逆でもよいし、両フィルタを貼り合わせずに独立に配置してもよい。(ただし、位相格子を使用する場合には、撮像素子と位相格子との間隔を位相格子設計時の設定値に合わせる点に留意する必要がある。)

さらに、上述した各実施形態では、3種類の色成分について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、色成分として2色(例えば、2板式撮像装置の片方の撮像素子に本発明を適用する場合)もしくは4色以上を割り当てるなどの態様が考えられる。また、上述した実施形態では、色配列の1区画分を受光素子2つ分に割り振っているが、これに限定されるものではない。例えば、図13(c)に示すように、色配列の1区画を受光素子1つ分で構成してもかまわない。また、色配列の1区画を受光素子3つ以上のブロックで構成しても勿論よい。

【0073】

【発明の効果】(請求項1)請求項1に記載の発明では、第2フィルタは、「第1色成分のぼかし量が、他の色成分のぼかし量よりも小さいか実効上ゼロである」という波長選択性を有する。そのため、第1色成分については、第2方向のぼかし量が小さくなり、第2方向の解像度を高めることができる。

【0074】なお、撮像手段においては第1色成分の標本間隔が一番細かいため、第1色成分の標本化信号に生じる折り返し雑音は、他の色成分の場合に比べてより高域側へシフトする。したがって、第1色成分については、上述のようにぼかし量を低減しても偽色やモアレの発生するおそれは少ない。以上説明したように、請求項1に記載の発明では、偽色やモアレを十分に抑制しつつ、かつ解像度を極力損なうことがない撮像装置を実現することが可能となる。

【0075】(請求項2)請求項2に記載の発明では、図1(b)～(d)に示すように、ベイバー配列をなす3種類の色成分それぞれについて、受光面全体を受光窓

でほぼ重なりなく覆うことができる。したがって、3種類の色成分全てについて、解像度を必要以上に損なうことなく、かつ偽色やモアレを十分抑制することが可能となる。このように、請求項2に記載の発明では、3種類の色成分全てについて、偽色やモアレの抑制効果と解像度の向上効果とを最大限に両立させた、良質な画像信号を得ることが可能となる。

【0076】(請求項3)請求項3に記載の発明では、第1色成分の受光窓がほぼ正方形状となる。したがって、第1色成分については、アスペクト変換などの複雑な計算処理を経ることなく、画素アスペクト比1:1の画像信号を容易に得ることが可能となる。そのため、請求項3に記載の発明では、正方形画素の画像を扱うことの多いコンピュータ関連分野などに好適な撮像装置を実現することができる。

【0077】(請求項4)請求項4に記載の発明では、第2フィルタにより、その他の色成分が、同色間のピッチの大きい方向にぼかされる。そのため、その他の色成分の受光窓が同色間で重なることが少なく、その他の色成分の解像度をできるだけ高めることができるとなる。

【0078】(請求項5)請求項5に記載の発明では、色配列の1区画を2つ分の受光素子で受光するので、正方形画素で構成された一般的な撮像素子を使用することができる。したがって、特殊な長方形画素からなる撮像素子を使用する必要がなくなり、請求項3、4に記載の撮像装置を容易に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項2に記載の発明を説明する図である。

【図2】請求項3～5に記載の発明を説明するための図である。

【図3】第1の実施形態の構成を示す図である。

【図4】第1の実施形態の動作を説明する図である。

【図5】第2の実施形態の構成を示す図である。

【図6】第2の実施形態の動作を説明する図である。

【図7】第3の実施形態を説明するための図である。

【図8】第4の実施形態を説明するための図である。

【図9】第5の実施形態を説明するための図である。

【図10】第6の実施形態を説明するための図である。

【図11】第7の実施形態を説明するための図である。

【図12】第8の実施形態を説明するための図(1/2)である。

【図13】第8の実施形態を説明するための図(2/2)である。

【図14】第9の実施形態を説明するための図である。

【図15】第10の実施形態を説明するための図である。

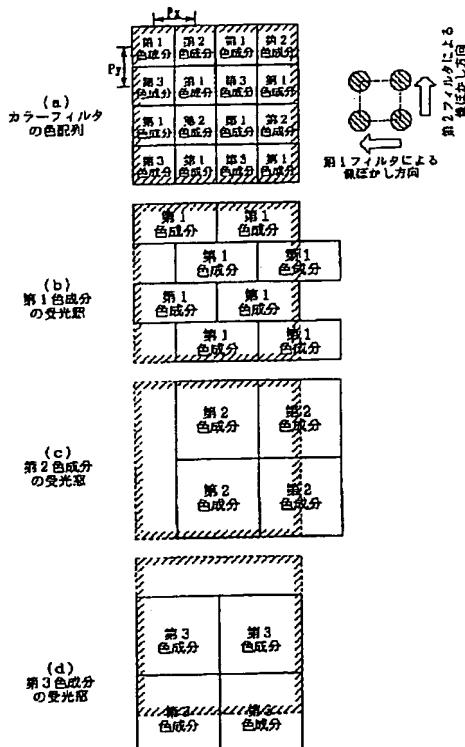
【図16】従来例の構成を示す図である。

【図17】従来例の動作を説明する図である。

【符号の説明】

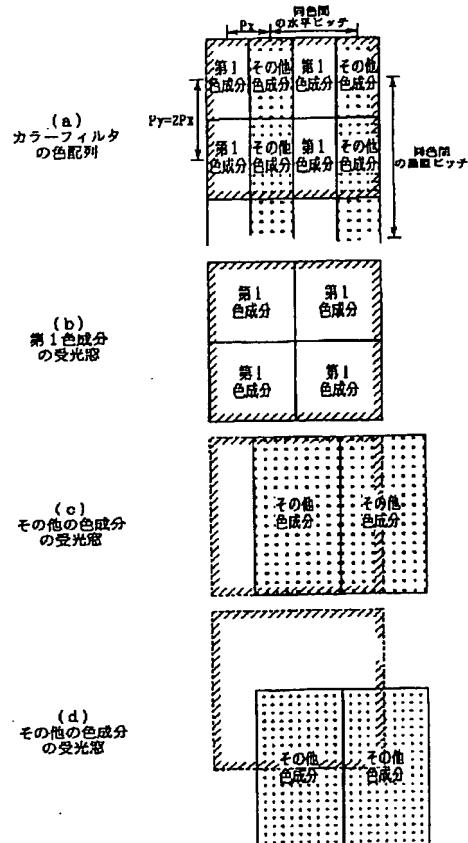
- 12, 22, 82 光学ローパスフィルタ
 13, 23, 83 第1フィルタ
 14, 24, 84 1/4波長板

【図1】

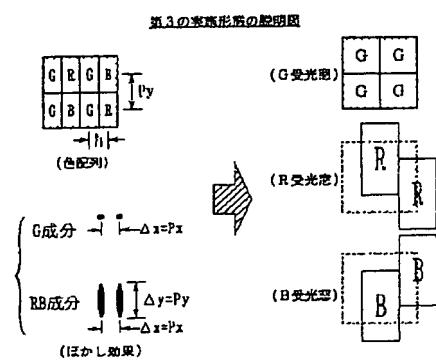


- 15, 25, 85 第2フィルタ
 16, 26, 86 撮像素子
 17, 27, 87 カラーフィルタ

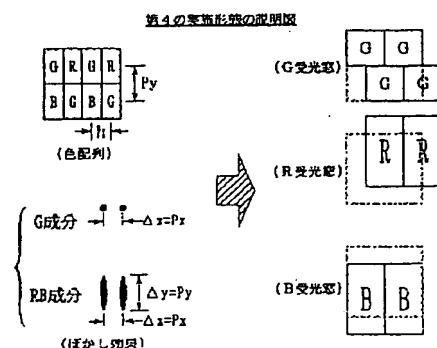
【図2】



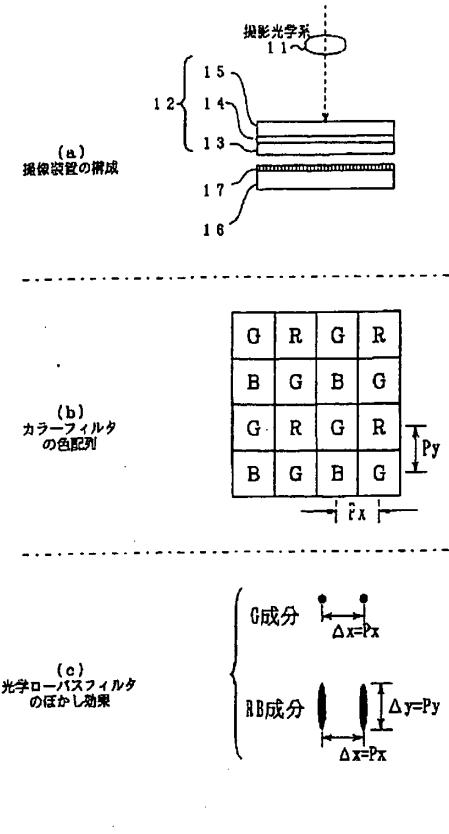
【図7】



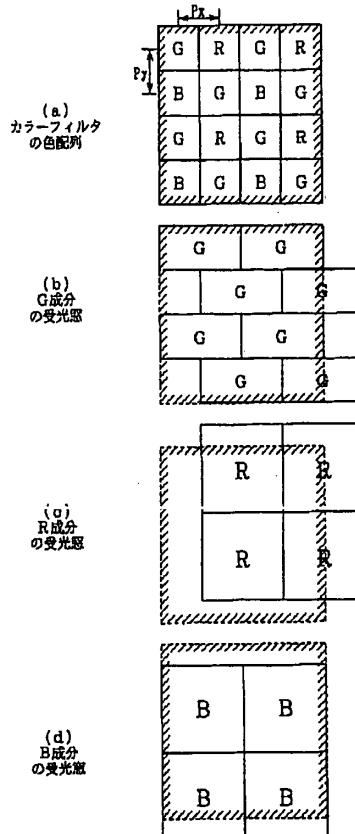
【図8】



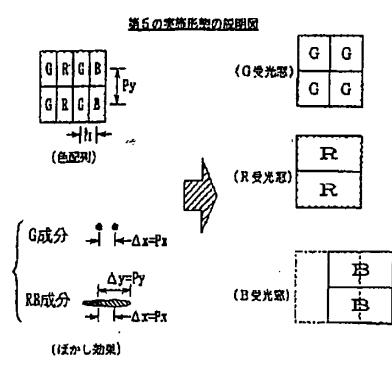
【図3】



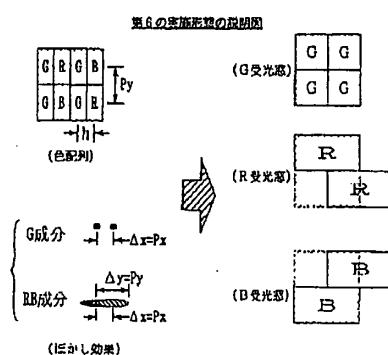
【図4】



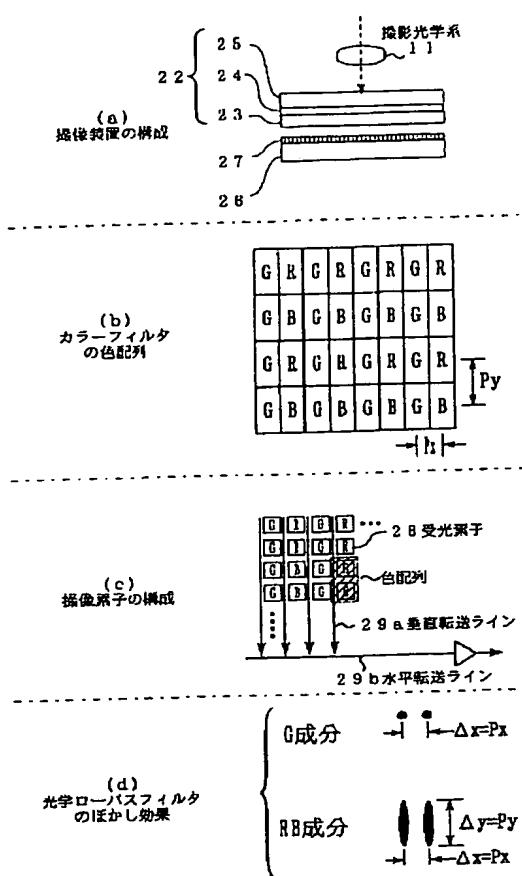
【図9】



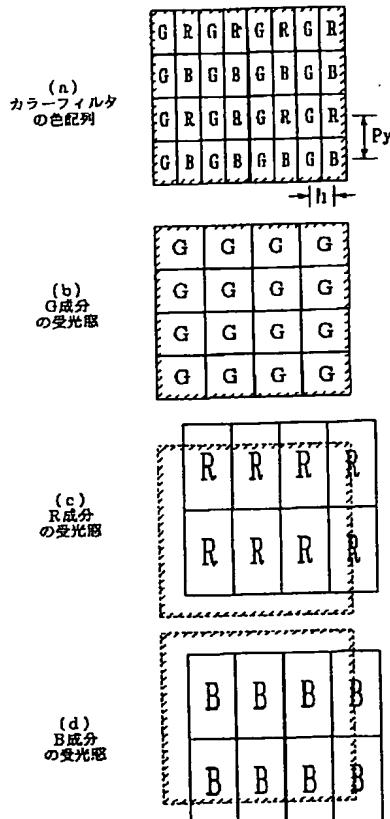
【図10】



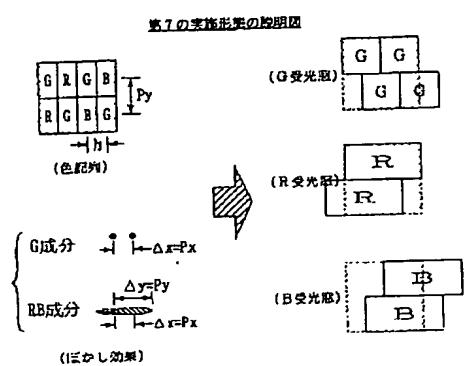
【図5】



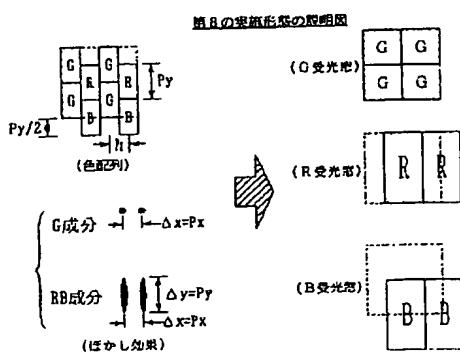
【図6】



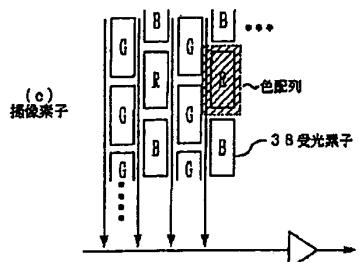
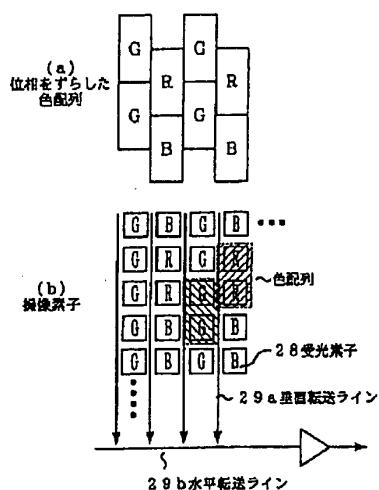
【図11】



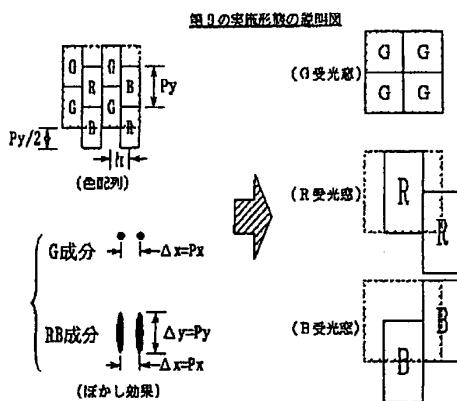
【図12】



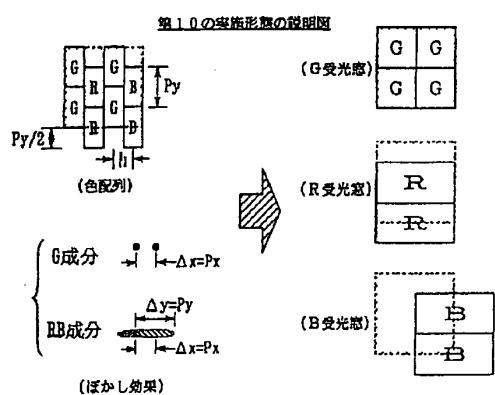
【図13】



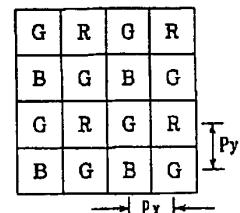
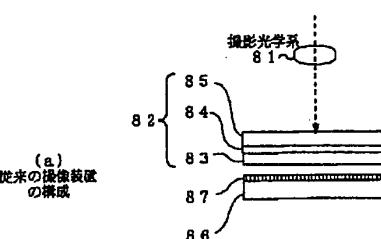
【図14】



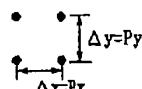
【図15】



【図16】



(c) 光学ローパスフィルタのぼかし効果



【図17】

